

(4)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-088409

(43)Date of publication of application : 18.03.2004

(51)Int.Cl. H04N 5/232

H04N 1/401

// H04N101:00

(21)Application number : 2002-246652

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 27.08.2002

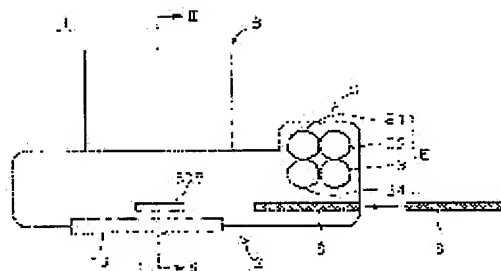
(72)Inventor : YAMANAKA MUTSUHIRO

(54) DIGITAL CAMERA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a digital camera capable of easily performing shading correction.

SOLUTION: Two images PA1 and PB1 about the same object are imaged by changing a diaphragm. In the two imaged images PA1 and PA2, shaded states are different from each other. The image PB1 having little shading is used to calculate a shading correction coefficient, and shading in the image PA1 is corrected based on the shading correction coefficient. In addition, two images imaged by changing focal lengths or two images imaged by changing the existence and nonexistence of flash light may be used to correct the shading.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-88409

(P2004-88409A)

(43) 公開日 平成16年3月18日(2004.3.18)

(51) Int. Cl.⁷
H04N 5/232
H04N 1/401
// H04N 101:00

F I

H04N 5/232 Z
H04N 1/40 1 O 1 A
H04N 101:00

テーマコード (参考)

5C022
5C077

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2002-246652 (P2002-246652)
(22) 出願日 平成14年8月27日 (2002. 8. 27)

(71) 出願人 000006079
ミノルタ株式会社
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
(74) 代理人 100089233
弁理士 吉田 茂明
(74) 代理人 100088672
弁理士 吉竹 英俊
(74) 代理人 100088845
弁理士 有田 貴弘
(72) 発明者 山中 睦裕
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
Fターム(参考) 5C022 AA13 AB51 AC42 AC69

最終頁に続く

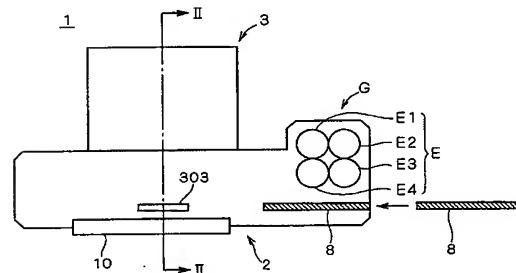
(54) 【発明の名称】 デジタルカメラ

(57) 【要約】

【課題】シェーディング補正をより簡易に行うことが可能なデジタルカメラを提供する。

【解決手段】同一の被写体に関する2枚の画像PA1, PB1を絞りを変更して撮像する。撮像された2枚の画像PA1, PB1は、シェーディングの状態が互いに異なっている。シェーディングがほとんど存在しない画像PB1を用いてシェーディング補正係数を求め、画像PA1におけるシェーディングをこのシェーディング補正係数に基づいて補正する。また、焦点距離を変更して撮像した2枚の画像、あるいは、フラッシュ光の有無を変更して撮像した2枚の画像を用いて、シェーディングを補正してもよい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

デジタルカメラであって、
撮影光学系および照明系のうち少なくとも一方の撮影条件を変更することにより、同一の被写体に関するシェーディングの状態が互いに異なる 2 枚の画像を撮像する撮像手段と、
前記 2 枚の画像に基づいて、前記 2 枚の画像のうちの一方の画像に対するシェーディング補正情報を求める補正情報算出手段と、
を備えることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のデジタルカメラにおいて、
前記 2 枚の画像は、前記撮像光学系の絞りに関する撮影条件を変更して撮像される第 1 画像および第 2 画像であり、
前記第 2 画像は、前記第 1 画像の撮像時よりも前記絞りを絞った状態で撮像されることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のデジタルカメラにおいて、
前記 2 枚の画像は、前記撮像光学系の焦点距離に関する撮影条件を変更して撮像される第 1 画像および第 2 画像であり、
前記第 2 画像は、前記第 1 画像の撮像時よりも前記焦点距離を短くして撮像され、
前記補正情報算出手段は、前記第 2 画像のうち前記第 1 画像の撮影範囲に対応する画像領域の情報を用いて、前記シェーディング補正情報を求めることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のデジタルカメラにおいて、
前記補正情報算出手段は、前記一方の画像内の所定部分についての前記 2 枚の画像の対応領域間の輝度比である第 1 の輝度比と前記所定部分の周辺部分についての前記 2 枚の画像の対応領域間の輝度比である第 2 の輝度比との相違が所定程度よりも小さいときには、前記所定部分についての前記 2 枚の画像における対応領域の輝度に基づく第 1 のルールを用いて当該所定部分のシェーディング補正情報を求め、前記相違が前記所定程度よりも大きいときには、前記第 1 のルールとは異なる第 2 のルールを用いて当該所定部分のシェーディング補正情報を求めることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項 5】

デジタルカメラであって、
同一の被写体に関する 2 枚の画像を、フラッシュ発光の有無を変更して撮像する撮像手段と、
前記 2 枚の画像に基づいて、前記 2 枚の画像のうちフラッシュ発光を伴う画像に対するシェーディング補正情報を求める補正情報算出手段と、
を備えることを特徴とするデジタルカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタルカメラに関し、特にデジタルカメラにおけるシェーディングの補正技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタルカメラによる撮影画像においては、種々の原因に基づいて、「シェーディング」が生じる。したがって、画質を向上させるため、撮影画像からこのようなシェーディングの影響を除去すること、すなわち、シェーディング補正を行うことが求められる。

【0003】

このようなシェーディング補正を行う従来技術としては、たとえば、特開 2000-13

10

20

30

40

50

807号に記載されたものが存在する。この文献においては、透光性の白キャップで撮影レンズを覆って撮影画像を取得することによって、シェーディング補正情報を得る技術が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この従来技術においては、被写体を撮影する際に、白キャップを手動で着脱させるといった動作を伴うことになるため、非常に面倒な操作が必要になるという問題がある。

【0005】

そこで、本発明は前記問題点に鑑み、シェーディング補正をより簡易に行うことが可能なデジタルカメラを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1の発明は、デジタルカメラであって、撮影光学系および照明系のうち少なくとも一方の撮影条件を変更することにより、同一の被写体に関するシェーディングの状態が互いに異なる2枚の画像を撮像する撮像手段と、前記2枚の画像に基づいて、前記2枚の画像のうち一方の画像に対するシェーディング補正情報を求める補正情報算出手段と、を備えることを特徴とする。

【0007】

請求項2の発明は、請求項1の発明に係るデジタルカメラにおいて、前記2枚の画像は、前記撮像光学系の絞りに関する撮影条件を変更して撮像される第1画像および第2画像であり、前記第2画像は、前記第1画像の撮像時よりも前記絞りを絞った状態で撮像されることを特徴とする。

【0008】

請求項3の発明は、請求項1の発明に係るデジタルカメラにおいて、前記2枚の画像は、前記撮像光学系の焦点距離に関する撮影条件を変更して撮像される第1画像および第2画像であり、前記第2画像は、前記第1画像の撮像時よりも前記焦点距離を短くして撮像され、前記補正情報算出手段は、前記第2画像のうち前記第1画像の撮影範囲に対応する画像領域の情報をを用いて、前記シェーディング補正情報を求めることを特徴とする。

【0009】

請求項4の発明は、請求項1の発明に係るデジタルカメラにおいて、前記補正情報算出手段は、前記一方の画像内の所定部分についての前記2枚の画像の対応領域間の輝度比である第1の輝度比と前記所定部分の周辺部分についての前記2枚の画像の対応領域間の輝度比である第2の輝度比との相違が所定程度よりも小さいときには、前記所定部分についての前記2枚の画像における対応領域の輝度に基づく第1のルールを用いて当該所定部分のシェーディング補正情報を求め、前記相違が前記所定程度よりも大きいときには、前記第1のルールとは異なる第2のルールを用いて当該所定部分のシェーディング補正情報を求めることを特徴とする。

【0010】

請求項5の発明は、デジタルカメラであって、同一の被写体に関する2枚の画像を、フラッシュ発光の有無を変更して撮像する撮像手段と、前記2枚の画像に基づいて、前記2枚の画像のうちフラッシュ発光を伴う画像に対するシェーディング補正情報を求める補正情報算出手段と、を備えることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0012】

< A. 第1実施形態 >

< A1. 構成 >

図1～図3は、本発明の第1実施形態に係るデジタルカメラ1の外観の概略構成を示す図

10

20

30

40

50

である。図 1 はデジタルカメラ 1 の平面図、図 2 は図 1 の I I - I I 位置から見た断面図、図 3 はデジタルカメラ 1 の背面図に相当する。

【0013】

これらの図に示すように、デジタルカメラ 1 は略直方体状をしているカメラ本体部 2 と、カメラ本体部 2 に着脱可能に装着される撮影レンズ 3 から構成される。図 1 に示すように、デジタルカメラ 1 は撮影画像を記録するメモリカード 8 が着脱可能に収納されるようになっている。また、デジタルカメラ 1 は、4 本の単三形乾電池 E 1 ~ E 4 を直列接続する電源電池 E を駆動源としている。

【0014】

図 2 に示すように、ズームレンズである撮影レンズ 3 はレンズ群 3 0 を備えている。ここでは、撮影レンズ 3 として 2 群ズームレンズを示しており、レンズ群 3 0 は、大きく 2 つのレンズ群 3 0 0, 3 0 1 に分類される。なお、図 2 および図 3 においては、図示の都合上、レンズ群 3 0 0, 3 0 1 をそれぞれ一枚のレンズとして示している。ただし、実際には各レンズ群 3 0 0, 3 0 1 は、一枚のレンズに限定されず、複数枚のレンズの集合体として構成されていても良い。

【0015】

一方、カメラ本体部 2 の内部には、レンズ群 3 0 0 を駆動するためのモータ M 1、およびレンズ群 3 0 1 を駆動するモータ M 2 とが設けられている。これらのモータ M 1, M 2 の駆動により、レンズ群 3 0 0, 3 0 1 を互いに独立して光軸方向に移動することによって、撮影レンズ 3 のズーム倍率の変更を行うことが可能である。また、これらのモータ M 1, M 2 を用いて、レンズ群 3 0 0, 3 0 1 を駆動することによって、撮影レンズ 3 の合焦状態を変更すること、すなわち、フォーカス動作を行うことが可能である。

【0016】

また、撮影レンズ 3 のレンズ群 3 0 の後方位置の適所にカラー撮像素子 3 0 3 が設けられている。カラー撮像素子 3 0 3 は、CCD からなるエリアセンサの各画素の表面に、R (赤)、G (緑)、B (青) のカラーフィルタが市松模様状に貼り付けられた単板式カラーエリアセンサで構成される。このカラー撮像素子 (以下、「CCD」) 3 0 3 は、例えば、水平方向 1 6 0 0 画素、縦方向 1 2 0 0 画素の 1 9 2 万画素を有している。

【0017】

カメラ本体部 2 の前面には、図 1 のようにグリップ部 G が設けられ、カメラ本体部 2 の上端点の適所にポップアップ形式の内蔵フラッシュ 5 が設けられている。また、図 3 の如く、カメラ本体部 2 の上面にはシャッターボタン 9 が設けられている。このシャッターボタン 9 については、フォーカス調整用などのトリガーとして用いる半押し状態 (S 1) と、記録用撮影のトリガーとして用いる全押し状態 (S 2) とを検出し、判別する機能を有している。

【0018】

一方、カメラ本体部 2 の背面には、電子ビューファインダ (以下、「EVF」) 2 0 と液晶ディスプレイ (以下、「LCD」) 1 0 とが設けられている。なお、光学ファインダーとは異なり、撮影待機状態において CCD 3 0 3 からの画像信号のライブビュー表示を行う EVF 2 0 と LCD 1 0 とがファインダーとしての機能を担っている。

【0019】

また、LCD 1 0 は記録モードにおいて撮影モードや撮影条件等を設定するためのメニュー画面を表示したり、再生モードにおいてメモリカード 8 に記録された撮影画像を再生表示することが可能である。

【0020】

カメラ本体部 2 の背面左方には、電源スイッチ 1 4 が設けられている。この電源スイッチ 1 4 は記録モード (写真撮影の機能を果たすモード) と再生モード (記録画像を LCD 1 0 に再生するモード) とを切換設定するモード設定スイッチを兼ねている。すなわち、電源スイッチ 1 4 は 3 点スライドスイッチからなり、接点を中央の「OFF」位置に設定すると電源がオフになり、接点を上方の「REC」位置に設定すると電源がオンになると

10

20

30

40

50

もに記録モードとして設定され、接点を下方の「PLAY」位置に設定すると電源がオンになるとともに再生モードとして設定される。

【0021】

カメラ本体部2の背面右方には、4連スイッチ15が設けられている。4連スイッチ15は円形の操作ボタンを有し、この操作ボタンにおける上下左右の4方向のボタンSU、SD、SL、SRを押下することによって各種操作を行うことが可能となっている。例えば、LCD10に表示されるメニュー画面で選択された項目を変更したり、インデックス画面で選択された再生対象のコマを変更するためのスイッチとして機能する。また、記録モードにおいて左右方向のボタンSL、SRは、ズーム倍率を変更するためのスイッチとして機能する。具体的には、モータM1、M2の駆動により2つのレンズ群300、301の相対的な位置関係が変更されることによって、ズーム倍率に変更される。より詳細には、右方向スイッチSRを押下するとワイド側に連続的に移動し、左方向スイッチSLを押下するとテレ側に連続的に移動する。

10

【0022】

また、4連スイッチ15の下方には、取消スイッチ33、実行スイッチ32、メニュー表示スイッチ34及びLCD表示スイッチ31等のスイッチ群16が設けられている。取消スイッチ33は、メニュー画面で選択された内容を取り消すためのスイッチである。実行スイッチ32は、メニュー画面で選択された内容を確定するまたは実行するためのスイッチである。メニュー表示スイッチ34は、LCD10にメニュー画面を表示させたり、メニュー画面の内容を切り換えたりするためのスイッチである。LCD表示スイッチ31は、LCD10の表示のオンオフ切り替えスイッチである。

20

【0023】

次に、デジタルカメラ1の内部構成について説明する。図4は、デジタルカメラ1の内部構成を示す概略ブロック図である。

【0024】

撮影レンズ3は、レンズ群300、301とともに、内部に透過光量を調節するための絞り302を備えている。なお、図4においては、図示の都合上、絞り302がレンズ群301の後側に配置されるように示しているが、絞り302の配置はこのようなもの限定されない。たとえば、絞り302は、レンズ群301（ないし300）の内部に設けられていても良く、または、両レンズ群300、301の間に設けられていてもよい。

30

【0025】

CCD303（撮像素子）は、撮影レンズ3を通して入射された被写体からの光を所定の露光時間だけ受光して画像信号に光電変換して取り込む。CCD303は、光電変換後の画像信号を信号処理部120に出力する。このようにして、撮影レンズ3（撮影光学系）からの被写体像が画像として取得される。

【0026】

信号処理部120は、CCD303から出力される画像信号に所定のアナログ信号処理及びデジタル信号処理を行うものである。画像信号の信号処理は画像データを構成する各画素の受光信号毎に行われる。信号処理部120は、アナログ信号処理回路121、A/D変換回路122、シェーディング補正回路123、画像処理回路124、及び画像メモリ126を備えている。

40

【0027】

アナログ信号処理回路121はアナログ信号処理を行うものであり、主にCDS（相関二重サンプリング）回路及びAGC（オートゲインコントロール）回路からなり、CCD303から出力される画素信号のサンプリングノイズの低減と信号レベルの調整を行う。AGC回路におけるゲインコントロールには、絞り302の絞り値とCCD303の露光時間とで適正露出が得られなかった場合の撮影画像のレベル不足を補償する場合も含まれる。

【0028】

A/D変換回路122はアナログ信号処理回路121から出力されるアナログ信号である

50

画素信号（画像信号）をデジタル信号である画素データ（画像データ）に変換するものである。A/D変換回路122は各画素で受光された画素信号を、例えば、10ビットのデジタル信号に変換し、0～1023の階調値を有する画素データとする。変換後の画素データ（画像データ）は、画像メモリ126に一旦格納される。

【0029】

シェーディング補正回路123は、A/D変換された画素データに対して、光学系によるシェーディングを補正するものである。シェーディング補正回路は、A/D変換回路122において変換された画像データと全体制御部150において生成される補正テーブル内のシェーディング補正係数（後述）との乗算処理等を行う。

【0030】

画像処理回路124は、WB（ホワイトバランス）回路、カラーバランス評価回路、画素補間回路、色補正回路、 γ 補正回路、色分解回路、空間フィルタ、解像度変換回路、圧縮伸長処理回路等を有している。このうち、WB回路は撮影画像のホワイトバランスを調整するものである。WB回路は、カラーバランス評価回路による撮像画像のカラーバランスに関する評価結果等を用いて、R、G、Bの各色成分の画素データのレベルを変換する。画素補間回路は、R、G、Bの3種類の色フィルタが分散配置されたベイヤー配列を有するCCD303において、各画素位置における3つの色成分R、G、Bのうち実際には存在しない2つの色成分を補間により求める回路であり、色補正回路は、フィルタの分光感度特性を補正する回路である。 γ 補正回路は画素データの γ 特性を補正する回路であり、予め設定された γ 補正用テーブルを用いて各画素データのレベルを補正する。色分解回路は、(R、G、B)信号を(Y、Cr、Cb)信号に変換する回路である。空間フィルタはローパスフィルタおよびハイパスフィルタ等を用いてエッジ強調などの各種のフィルタ処理を行う回路である。解像度変換回路は所望の解像度に変換する回路であり、圧縮伸長処理回路はJPEG等の所定形式のデータへの圧縮処理、およびその逆の伸長処理を行う回路である。

【0031】

画像メモリ126は画像データを一時保持するメモリである。画像メモリ126は2フレーム分以上の画像データを格納し得る記憶容量を有しており、たとえば、2フレーム分、詳細には192万画素 \times 2=384万画素分の画像データを格納する記憶容量を有している。また、画像処理回路124における各処理は、画像メモリ126に格納された画像データに対して施される。

【0032】

発光制御部102は、全体制御部150から入力される発光制御信号に基づいてフラッシュ（照明光源）5の発光を制御する。発光制御信号には発光準備の指示、発光タイミング及び発光量とが含まれる。

【0033】

レンズ制御部130は撮影レンズ3内のレンズ群300、301および絞り302の各部材の駆動を制御するものである。レンズ制御部130は、絞り302の絞り値を制御する絞り制御回路131と、モータM1、M2を駆動することによりズームの変倍率を変更する（言い換えれば画角を変更する）ズーム制御回路132と、モータM1、M2を駆動することによりフォーカス制御を行うフォーカス制御回路133とを備えている。

【0034】

絞り制御回路131は全体制御部150から入力される絞り値に基づいて絞り302を駆動し、その開口量を当該絞り値に設定する。フォーカス制御回路133は全体制御部150から入力されるAF制御信号に基づいてモータM1、M2の駆動量を制御し、レンズ群300、301を焦点位置に設定する。ズーム制御回路132は、4連スイッチ15による入力に応じて全体制御部150から入力されるズーム制御信号に基づいて、モータM1、M2を駆動してレンズ群300、301を移動させる。これによって、ズームの状態が、ワイド側あるいはテレ側へと移動する。

【0035】

10

20

30

40

表示部 140 は、LCD10 及び EVF20 への表示を行うものである。表示部 140 には、LCD10、EVF20 とともに、LCD10 に再生表示されるの画像データのバッファメモリとなる LCDVRAM141 及び EVF20 に再生表示される画像データのバッファメモリとなる EVFVRAM142 を備えている。

【0036】

撮影待機状態においては、CCD303 により 1/30 (秒) 毎に撮影された画像 (ライブビュー用画像) の各画素データが、信号処理部 120 による所定の信号処理を施された後、画像メモリ 126 に一時記憶される。そして、全体制御部 150 によって読み出され、データサイズが調整された後に LCDVRAM141 及び EVFVRAM142 に転送され、LCD10 及び EVF20 にライブビュー表示として表示される。これによりユーザは、被写体像を視認することができる。また、再生モードにおいては、メモリカード 8 から読み出された画像が全体制御部 150 によって所定の信号処理が施された後に、LCDVRAM141 に転送され、LCD10 に再生表示されることとなる。

10

【0037】

操作部 101 は、上述したカメラ本体部 2 に設けられた撮影や再生に関する操作部材の操作情報を全体制御部に入力するものである。操作部 101 から入力される操作情報にはシャッターボタン 9、電源スイッチ 14、4 連スイッチ 15 及びスイッチ群 16 等の各操作部材の操作情報が含まれる。

【0038】

全体制御部 150 は、マイクロコンピュータからなり、撮影機能及び再生機能を集中制御するものである。全体制御部 150 にはカードインターフェース 103 を介してメモリカード 8 が接続されている。また、通信用インターフェース 105 を介してパーソナルコンピュータ PC が外部接続されるようになっている。

20

【0039】

全体制御部 150 は、撮影機能及び再生機能における数々の具体的な処理を行うための処理プログラムや上述したデジタルカメラ 1 の各部材の駆動を制御するための制御プログラムが記憶された ROM151 と、処理プログラム及び制御プログラムに従って数々の演算作業を行うための作業領域となる RAM152 を備えている。なお、記録媒体であるメモリカード 8 に記録されているプログラムデータをカードインターフェース 103 を介して読み出し、ROM151 に格納することができるようになっている。従って、これらの処理プログラム及び制御プログラムは、メモリカード 8 からデジタルカメラ 1 中にインストールされることが可能である。なお、処理プログラム及び制御プログラムは、通信用インターフェース 105 を介してパーソナルコンピュータ PC からインストールされるようになっているてもよい。

30

【0040】

全体制御部 150 は、シェーディング補正処理用のテーブルを作成するテーブル作成部 153 を有している。なお、このテーブル作成部 153 は、上記の処理プログラム等がマイクロコンピュータ等を用いて実行されることによって、機能的に実現される機能部である。

【0041】

< A2. 原理 >

つぎに、この実施形態におけるシェーディング補正の基本原理について説明する。

【0042】

この明細書においては、「シェーディング」は、人間の視覚により知覚される被写体像と比較して、撮像装置 (ここではデジタルカメラ) によって撮影された画像内において輝度の不均一が存在する現象、を意味するものとする。言い換えれば、「シェーディング」は、撮像装置により撮像された画像における輝度の分布状態が、人間が撮像装置を通さずに被写体を直接的に目で見た状態と異なる現象、を意味する。また、「シェーディング補正」は、このようなシェーディングを補正すること、を意味するものとする。

【0043】

40

50

具体的には、「シェーディング」は、その状況および／または原因等によって幾つかの種類のものに分類される。たとえば、「シェーディング」は、

(1) 周辺光量落ちによるシェーディング P 1 (図 5 (a) 等参照)、および (2) 照明光源 (フラッシュ光など) による被写体照度が不均一になるシェーディング P 2 (図 1 5 (a) 参照)、

の少なくとも 2 つの種類のものを含む現象である。

【0044】

また、(1) のシェーディング P 1 は、「口径食」、「コサイン 4 乗則」などの各種の原因によって発生する。「口径食」(「ケラレ」とも称する) とは、画面の周辺部に入射する光線が、絞りの前後に配置された枠等によって遮断されることをいう。これによって画像における周辺光量が低下する。また、「コサイン 4 乗則」は、口径食が全く存在しない場合であっても、レンズの特性によって、周辺部の明るさが周辺部への入射光束の光軸に対する傾斜角度のコサイン 4 乗に比例して低下する法則を意味する。このような「コサイン 4 乗則」によっても、周辺部の光量が低下する。

10

【0045】

一方、後述するように、(2) のシェーディング P 2 は、画像内の被写体ごとの被写体距離の相違に基づく被写体照度の過不足に起因して発生するものである。

【0046】

この第 1 実施形態においては、上記の 2 種類のシェーディングのうち、(1) のシェーディング P 1 を補正する技術について説明する。なお、(2) のシェーディング P 2 を補正する技術については、第 2 実施形態において説明する。

20

【0047】

図 5 は、(1) のシェーディング P 1 の補正原理を説明する図である。次述する原理によって、シェーディング P 1 のうち「口径食」に起因する成分を補正することが可能になる。

【0048】

図 5 (a) は、デジタルカメラ 1 により撮影された画像 P A 1 にシェーディングが発生している状況を示す図である。画像 P A 1 においては、画像の中心点から周辺に離れるほど画素データの輝度レベルが低下しており、周辺部の輝度値は中央部の輝度値に比べて低い値となっている。なお、図 5 (a) においては、図示の簡略化のため、周辺部が中央部に比べて暗くなっている状態が示されているが、実際には、周辺に離れるにしたがって画素の輝度レベルが連続的に低下していく。

30

【0049】

ここでは、この画像 P A 1 におけるシェーディングを補正するため、画像 P B (P B 1 あるいは P B 2 など) を用いる。なお、画像 P A 1 は、撮影の対象

(目的) となる画像であるため、「対象画像 (ないし目的画像)」とも称するものとし、画像 P B 1, P B 2 は、対象画像 (目的画像) におけるシェーディングの補正のために参照される画像であるため、「参照画像」とも称するものとする。また、目的画像 (対象画像) を総称するときは画像 P A とも称し、参照画像を総称するときは画像 P B とも称する。

40

【0050】

この第 1 実施形態においては、このような目的画像 P A 1 の撮影にあたって、時間的に異なるタイミングで別の画像 P B を撮像する。画像 P A 1 は、シャッターボタン 9 が全押し状態 S 2 にまで押し込まれたことに応じて発生する撮影トリガー信号に応答して、C C D 3 0 3 から読み出された画像である。また、ここでは、画像 P B として、画像 P A 1 の直後 (例えば 1 / 1 0 秒後) に引き続いて撮影する画像を採用する。

【0051】

このように、画像 P A (目的画像) と画像 P B (参照画像) とは、時間的に極めて近い時点で撮影される。言い換えれば、両画像 P A, P B は、連続的に取得される画像である。したがって、被写体が動くことによる影響を抑制して、被写体の同一性を比較的完全に近

50

い状態で確保することができる。なお、被写体の同一性は、高い方が好ましいが、完全に同一であることを要しない。たとえば、被写体の同一性は、2つの画像P A、P Bの位置合わせが良好に行われる程度であればよい。

【0052】

上記の画像P A 1と画像P B 1とは、同一の被写体に関する画像である点で共通しているが、シェーディングの状態が互いに異なっている。これは、2つの画像P A 1、P B 1は、撮影光学系の撮影条件のうち絞りに関する撮影条件を変更した上で撮像されるためである。より詳細には、画像P B 1は、画像P A 1に比べて、撮像時の絞りを絞った状態で撮像される。

10

【0053】

以下では、まず、「絞り」を変更して撮影した画像P B 1を用いてシェーディングP 1を補正する場合について説明する。

【0054】

一般に、シェーディングは、絞りを絞ったとき（すなわち絞り開口が小さいとき）には、周辺部における光量低下の程度が低減する。ここでは、この特性を利用して、口径食によるシェーディングを補正する。

【0055】

たとえば、画像P B 1は、絞りを最小絞り（最も大きなFナンバー）にして撮影される。これにより、比較的大きな開口で（言い換えれば小さなFナンバーで）撮影された画像P A 1にシェーディングが発生しているときであっても、画像P B 1にはシェーディングが発生しないものとする（あるいはその程度を低減すること）が可能である。より詳細には、画像P A 1を $F = 2.8$ で撮影するときにおいて、画像P B 1を $F = 8.0$ （最小絞り）で撮像すればよい。図5（b）においては、シェーディングがほぼ発生していない状態が図示されている。

20

【0056】

図6（a）は、画像P A 1の撮像時と同じ絞り値を採用したときの輝度分布のグラフを示しており、図6（b）は、画像P B 1の撮像時と同じ絞り値を採用したときの輝度分布のグラフを示している。ただし、図6（a）（b）は、各画像P A 1、P B 1の輝度分布を直接的に示すものではなく、画像を構成する全ての画素が、同一の輝度の被写体からの入射光を受光していることを想定している。すなわち、これらのグラフは、各画素位置におけるシェーディングの影響による画素データのレベルの低下率を示している。なお、各グラフにおいて、横軸は水平方向における位置 x を示しており、縦軸は各水平位置における各画素の輝度値 L を示している。

30

【0057】

図6（a）（b）の両グラフを比較すると判るように、画像P B 1の撮像時の絞りは画像P A 1の撮像時の絞りに比べてさらに絞られたものであるため、画像P B 1の平均輝度値（（b）参照）は画像P A 1の平均輝度値（（a）参照）よりも小さくなる。一方、図6（b）における周辺部分の輝度と中央部分の輝度との差 G_b は、図6（a）における周辺部分の輝度と中央部分の輝度との差 G_a よりも小さい（ $G_b < G_a$ ）。すなわち、画像P B 1は画像P A 1と比べてシェーディングの影響が低減されている。

40

【0058】

ここで、中心から距離 X だけ離れた画素の補正係数 h_1 を求める。この補正係数 h_1 は、各画像P A 1、P B 1における中心位置の画素の輝度値 L_0 、 L_1 、各画像P A 1、P B 1において中心から所定距離 X だけ離れた画素の輝度値 L_2 、 L_3 を用いて、次の数1で示される。

【0059】

【数1】

$$h_1 = \frac{\frac{L_3}{L_1}}{\frac{L_2}{L_0}} = \frac{L_b}{L_a}$$

【0060】

この数1について図7を参照しつつ説明する。図7(a)(b)に示すように、比較的暗い画像PB1と比較的明るい画像PA1との輝度レベルを合わせるため、各値を正規化すると、各画像PA1, PB1における中心位置の画素の輝度値はいずれも1となり、各画像PA1, PB1において中心から所定距離xだけ離れた画素の輝度値は、それぞれ、値 $L_a = (L_2 / L_0)$ 、値 $L_b = (L_3 / L_1)$ となる。なお、図7(a)(b)は、正規化後の各値を示す図である。

【0061】

たとえば、 L_0 , L_1 , L_2 , L_3 の値をそれぞれ、100, 20, 40, 10とすると、 $L_a = 40 / 100 = 0.4$ 、 $L_b = 10 / 20 = 0.5$ となる。

【0062】

ここで、画像PA1の画素値は、シェーディングの影響により、 (L_a / L_b) 倍（例えば、 $0.4 / 0.5 = 0.8$ 倍）に減少していると考えられる。したがって、この逆数、すなわち値 (L_b / L_a) を補正係数 h_1 の値として定め、この補正係数 h_1 （例えば、 $0.5 / 0.4 = 1.25$ ）を元の画素値 L_2 に乘じれば、シェーディングの影響を補正することができる。

【0063】

以上のようにして、「絞り」を変更して撮影した画像PB1を用いてシェーディングP1を補正することが可能である。

【0064】

つぎに、ズームレンズにおける「焦点距離」を変更して撮影した別の画像PB2を用いてシェーディングP1を補正する場合について説明する。ここでは、2つの画像PA(PA1), PB(PB2)は、撮影光学系の撮影条件のうち、焦点距離に関する撮影条件を変更した上で撮像される。より詳細には、画像(参照画像)PB2は、画像PA1の撮像時点よりも広角側で撮像される。そして、この画像PB2を用いて、画像PA1における周辺光量落ちが補正される。

【0065】

画像PB2は画像PA1に比べて大きな画角で撮影された画像であるので、画像PB2には画像PA1に比べて広い範囲が撮影されている。ところで、シェーディングの影響は周辺部分において顕著であり中心部においては少ない(理想的には存在しない)という特性が存在する。ここでは、この特性を利用して口径食によるシェーディングを補正する。

【0066】

図8(a)(b)は、それぞれ、画像PA1, PB2を示す図である。いずれの画像PA1, PB2においても、口径食によるシェーディングによって周辺光量落ちが生じている状態が示されている。

【0067】

ただし、両画像PA1, PB2においては、同一の被写体に対応する部分に関してシェーディングの状態が互いに異なっている。具体的には、画像PB2においては、周辺部ではシェーディングの影響が大きいものの、中央部ではシェーディングの影響が小さく比較的理想状態に近い輝度分布を得ることができる。したがって、画像PB2内の領域R1においてはシェーディングの影響が比較的小さいことになる。ここで、図8(b)に示すように、画像PB2(図中の外側の矩形領域R2)内の画像領域(図中の内側の矩形領域)R1は、画像PA1の撮影範囲に対応する領域である。

10

20

30

40

50

【0068】

このように、画像P B 2は、画像P B 2内での画像P A 1の撮影範囲が、画像P B 2の中央部に収まるような状態で撮影されているので、画像P B 2のこの中央部においては周辺部のような光量落ちが生じていない。言い換えれば、画像P A 1における最大像高は、画像P B 2においてはケラレが生じない像高に対応している。

【0069】

逆に言えば、画像P B 2は、画像P B 2内での画像P A 1の撮影範囲R 1が画像P B 2において周辺光量落ちが生じていない範囲に収まるような状態で撮影されることが好ましい。そのためには、たとえば、画像P B 2は、画像P A 1の撮像時点の焦点距離の80%の焦点距離で撮影すればよい。

10

【0070】

図9(a)および図9(b)は、それぞれ、画像P A 1および画像P B 2におけるシェーディングの影響を示す図である。なお、横軸は水平方向における位置xを示しており、縦軸は各水平位置における各画素の輝度値Lを示している。

【0071】

図8および図9に示すように、画像P A 1の撮影範囲w 1は、画像P B 2において範囲w 2に相当する。そして、この撮影範囲w 2は、画像P B 2において周辺光量落ちが生じていない範囲に収まっている。言い換えれば、画像P B 2の範囲w 2においては画像P A 1の範囲w 1と比べてシェーディングの影響が低減されている。

20

【0072】

そこで、両画像P A 1, P B 2の対応位置における輝度値を用いて、上記と同様の思想を適用して補正すればよい。

【0073】

具体的には、画像P A 1において中心から距離Xだけ離れた画素P aの補正係数h 1は、各画像P A 1, P B 2における中心位置の画素の輝度値L 0, L 1、画像P A 1において中心から距離Xだけ離れた画素P aの輝度値L 1 2、および画像P B 2において画素P aに対応する画素P bの輝度値L 1 3を用いて、次の数2で示される。

【0074】

【数2】

$$h\ 1 = \frac{\frac{L\ 1\ 3}{L\ 1}}{\frac{L\ 1\ 2}{L\ 0}}$$

30

【0075】

そして、この補正係数h 1を元の画素値L 1 2に乘じれば、シェーディングの影響を補正することができる。

40

【0076】

以上のように、絞りおよび／または焦点距離を変更して撮影した2枚の画像に基づいて、シェーディングP 1のうち「口径食」に起因するものを補正することができる。

【0077】

また、シェーディングP 1のうち、コサイン4乗則に起因するものは、レンズの幾何的特性に依存する。したがって、レンズの設計段階の理論値に基づいて、上記と同様の補正值h 2を予め求めておくことが可能である。具体的には、目的画像P A 1の元の画素値に対して上記の口径食に起因する補正值h 1を乗じた結果に対して、コサイン4乗則を補正するための補正值h 2をさらに乗じればよい。これによって、より良好なシェーディング補正を行うことができる。

【0078】

50

< A 3 . 動作 >

つぎに、図 1 0 を参照しながら、第 1 実施形態における詳細動作について説明する。図 1 0 は、この撮像動作の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 7 9 】

図 1 0 に示すように、まず、ステップ S P 1 0 1 ~ S P 1 0 3 において、目的画像 P A を取得する。

【 0 0 8 0 】

具体的には、絞りおよびズーム等の撮影条件が設定され（ステップ S P 1 0 1）、シャッターボタン 9 が全押し状態 S 2 にまで押し込まれると、被写体に関する目的画像 P A（P A 1）が取得され（ステップ S P 1 0 2）、画像 P A が画像メモリ 1 2 6 に記憶される（ステップ S P 1 0 3）。 10

【 0 0 8 1 】

より詳細には、C C D 3 0 3 の受光素子で受光された被写体像は、光電変換された後、画像信号としてアナログ信号処理回路 1 2 1 に出力される。アナログ信号処理回路 1 2 1 は、この画像信号に対して所定の処理を施した後、A / D 変換回路 1 2 2 に出力する。A / D 変換回路 1 2 2 は、C C D 3 0 3 から出力されたアナログの画像信号をデジタルの画像信号に変換し、画像メモリ 1 2 6 に対して出力する。この変換後のデジタルの画像信号は、画像 P A を表す画像データとしてそのまま画像メモリ 1 2 6 に一旦格納される。このようにして、画像 P A が画像メモリ 1 2 6 に格納される。 20

【 0 0 8 2 】

また、目的画像 P A は、参照画像 P B の取得を待たずに、シャッターボタン 9 の押下に応じて直ぐに取得されるので、シャッターボタン 9 の押下時点と画像 P A の取得時点とのずれの発生を回避できる。

【 0 0 8 3 】

なお、この時点においては、画像 P A に対しては、未だ、シェーディング補正およびホワイトバランス補正処理等の基本画像処理は施されていない。

【 0 0 8 4 】

次に、ステップ S P 1 0 4 において、上記のような方式（以下、方式 H 1 とも称する）のシェーディング補正を行うか、あるいは、通常的方式（以下、方式 H 0 とも称する）のシェーディング補正を行うかを決定する。 30

【 0 0 8 5 】

なお、方式 H 0 のシェーディング補正は、たとえば、R O M 1 5 1 内の補正テーブルに予め格納されていた所定の補正係数を各画素に乗じることによって行われる。R O M 1 5 1 内の補正テーブルにおいて、「コサイン 4 乗則」等に起因するシェーディングを補正するための補正係数を、設計時の理論値等に基づいて定めておけばよい。

【 0 0 8 6 】

このステップ S P 1 0 4 においては、画像 P A の撮影条件に応じて、両方式 H 0、H 1 のうちのいずれの方式を採用するかが決定される。

【 0 0 8 7 】

より詳細には、画像 P A の撮影条件に関して、（i）絞り開口が所定の程度よりも大きい（F ナンバーが所定値よりも小さい）場合、および（i i）焦点距離が所定値よりも大きい場合には、ステップ S P 1 0 5 に進んで方式 H 1 のシェーディング補正を行い、それ以外の場合にはステップ S P 1 1 5 に進んで方式 H 0 のシェーディング補正を行う。 40

【 0 0 8 8 】

参照画像 P B（たとえば、P B 1、P B 2）の撮影が必要であると判定された場合には、ステップ S P 1 0 5 において撮影条件を変更する。この変更動作は、全体制御部 1 5 0 の制御下において、絞り制御回路 1 3 1 および／またはズーム制御回路 1 3 2 を介して行われる。

【 0 0 8 9 】

具体的には、全体制御部 1 5 0 は、（i）絞り開口が所定の程度よりも大きい（F ナンバ 50

一が所定値よりも小さい) という条件を満たす場合には、絞りを最小開口絞りに設定する。また、(i i) 焦点距離が所定値よりも大きいという条件を満たす場合には、焦点距離を画像 P A の撮像時の値の 80 % の値に設定する。なお、両方の条件を満たす場合、すなわち、絞り開口が所定の程度よりも大きく、且つ、焦点距離が所定値よりも大きい場合には、絞りを最小開口絞りに設定し、且つ、焦点距離を画像 P A の撮像時の値の 80 % の値に設定する。ただし、これに限定されず、いずれか一方の撮影条件のみを変更するようにしてもよい。

【0090】

その後、参照画像 P B が取得され (ステップ S P 106)、画像 P B が画像メモリ 126 に記憶される (ステップ S P 107)。なお、この時点においては画像 P A と同様、画像 P B に対しても、未だシェーディング補正およびホワイトバランス補正処理等の基本画像処理は施されていない。

【0091】

そして、ステップ S P 108 において、両画像 P A, P B の位置合わせが行われる。この位置合わせには、パターンマッチング等の各種の技術を用いることが可能である。これによって、両画像 P A, P B の相互間において、被写体の同一部分の対応付けが行われる。

【0092】

ステップ S P 109 においては、位置合わせの結果に応じて分岐処理が行われる。

【0093】

この実施形態においては、両画像 P A, P B は、微小時間内に撮影されるため、被写体の対応付けが比較的良好に行われる。ただし、被写体の動きが非常に速い場合などにおいては、両画像 P A, P B における被写体の同一性が著しく損なわれてしまうこともあり、位置合わせが失敗することになる。このような場合には、方式 H 1 のシェーディング補正を行う代わりに、ステップ S P 115 に進んで方式 H 0 のシェーディング補正を行うこととする。

【0094】

一方、この位置合わせが成功したときには、ステップ S P 110 に進み、方式 H 1 のシェーディング補正を実施する。

【0095】

ステップ S P 110 においては、上述したように、2つの画像 P A, P B を利用して、補正テーブルを作成する。

【0096】

図 11 は、ステップ S P 110 で作成された補正テーブル T B L の一例を示す図である。

【0097】

この補正テーブルにおいて、C C D 303 の 1600 画素 \times 1200 画素 = 192 万画素のそれぞれの画素に対応するように、192 万個の補正係数を設けるようにしてもよいが、その場合、データサイズが膨大になる。

【0098】

そこで、この実施形態の補正テーブル T B L においては、画像 P A を所定の画素サイズを有する複数のブロックに区分し、各ブロック毎に補正係数を定めるものとする。具体的には、所定サイズ (たとえば、4 画素 \times 4 画素) のブロック単位で 1 つの補正データを設定し、画素のブロック毎に補正を行うようにすればよい。これにより、補正テーブル T B L のデータサイズを低減することが可能である。あるいは、さらに大きなサイズのブロックに区分するようにしてもよい。たとえば、図 12 に示すように、各ブロックのサイズを (320 画素 \times 300 画素) として、画像 P A を $5 \times 4 = 20$ 個のブロック B L i j (i = 1 ~ 5 ; j = 1 ~ 4) に区分するようにしてもよい。ただし、補正精度を向上させるためには、各単位ブロックのサイズは小さい方が好ましい。

【0099】

次のステップ S P 111 においては、コサイン 4 乗則によるシェーディングの影響を軽減するための補正係数 h 2 をさらに考慮して、補正テーブル T B L のデータを修正する。具

10

20

30

40

50

体的には、補正テーブル T B L に格納されていた補正係数 h_1 に対して、各位置に応じた補正係数 h_2 をさらに乗じることによって、補正係数を更新する。

【0100】

そして、この更新された補正係数が格納された補正テーブルに基づいて、画像 P A に対してシェーディング補正を行う（ステップ S P 1 1 2）。すなわち、補正テーブルに格納されている各画素に対応する補正係数（ $h_1 \times h_2$ ）を、画像 P A 内の各画素の画素値に乗じてシェーディング補正を行う。このような補正演算処理は、全体制御部 1 5 0 の制御下において、シェーディング補正回路 1 2 3 によって行われる。なお、この乗算処理においてオーバーフローした場合は、その画素データのレベルを最大値（すなわち 1 0 2 3）にすればよい。

10

【0101】

その後、ステップ S P 1 1 3 において、シェーディング補正後の画像 P A に対して、さらに所定の画像処理（たとえば、W B 処理、画素補間処理、色補正処理、および γ 補正処理等）を行った後、画像処理後の画像 P A を画像メモリ 1 2 6 を一旦記憶する。さらに、その後、画像メモリ 1 2 6 に記憶された画像 P A を、メモリカード 8 に転送してメモリカード 8 に記憶する。

【0102】

以上のようにして、シェーディング補正を伴う画像 P A の撮影動作が行われる。

【0103】

上述したように、シェーディングの状態が互いに異なる 2 枚の画像 P A, P B を利用することによって、最終的に取得された画像 P A におけるシェーディングの影響を軽減することが可能になる。また、上記の従来技術のように白キャップを手動で着脱させるといった動作を伴う必要がない。このように、上記の第 1 実施形態によれば、簡易な操作でシェーディング補正を行うことが可能である。

20

【0104】

また、上記第 1 実施形態によれば、操作者は、撮影条件を調整してシャッターボタン 9 を押下するという一連の撮影操作によって、画像 P A におけるシェーディングを補正することができるので、特に操作性が高い。

【0105】

なお、2 枚の画像 P A, P B における被写体の同一性が部分的に損なわれている場合には、数 1 などを用いて当該部分における補正係数を求める際に、両画像の当該部分についての輝度をそのまま用いない方が好ましい。

30

【0106】

たとえば、ステップ S P 1 1 0（図 1 0）において、図 1 2 に示すように、画像 P A を $5 \times 4 = 20$ 個のブロック B L i j（ $i = 1 \sim 5$ ； $j = 1 \sim 4$ ）に分割して各ブロックの補正係数を求める場合を想定する。この場合、被写体である人物の腕部が撮像直後に移動することによって、画像 P A と画像 P B とが相違する部分（図の略中央のブロック B L 2 3 など）を有することになる。ここで、各ブロックがこのような相違部分であるか否かは、次のようにして判定することができる。具体的には、その所定のブロック（例えばブロック B L 2 3）についての 2 画像間の輝度比とその所定のブロックの周辺のブロック（例えばブロック B L 2 3 の周辺の 8 ブロック）についての 2 画像間の輝度比とが所定程度よりも大きく相違する場合には、各ブロックがこのような相違部分であると判定すればよい。

40

【0107】

このような相違部分においては、両者の対応関係は正確でなくなっているため、当該部分の 2 画像間の輝度比に基づくシェーディング補正値は不正確なものになってしまう。

【0108】

そこで、このような相違部分については、その所定のブロックの周辺部分をも含めた輝度平均値を当該部分の輝度値として用いて、当該ブロックのシェーディング補正値を求める。たとえば、ブロック B L 2 3 のシェーディング補正係数 h_1 については、各画像 P A, P B の当該ブロック B L 2 3 についての輝度のみを用いてシェーディング補正値を求める

50

のではなく、次のようにして求めればよい。具体的には、まず、画像 P A 内の 9 つのブロック（ブロック B L 2 3 およびその周辺 8 ブロック B L 1 2, B L 2 2, B L 3 2, B L 1 3, B L 3 3, B L 1 4, B L 2 4, B L 3 4）における平均輝度値と画像 P B 内の対応する 9 ブロックにおける平均輝度値とを求める。そして、両平均輝度値をそれぞれこのブロック B L 2 3 についての画像 P A, P B の輝度値とみなして、数 1 などに基づいて補正係数 h_1 を求めればよい。

【0109】

このように、画像 P A 内の所定部分（ブロック B L 2 3）についての 2 枚の画像 P A, P B の対応領域間の輝度比とその周辺部分（たとえば、周辺の 8 ブロック）についての 2 枚の画像 P A, P B の対応領域間の輝度比との相違が所定程度よりも小さいときには、原則的なルール R L 1、具体的には、その「所定部分」についての各画像 P A, P B の対応領域の輝度に基づくルール（たとえば、画像 P A のブロック B L 2 3 の輝度と画像 P B のブロック B L 2 3 の輝度とに基づくルール）を用いて、その所定部分のシェーディング補正情報を求める。一方、両輝度比の相違が所定程度よりも大きいときには、例外的なルール R L 2、具体的には、当該所定部分についての輝度だけでなくその所定部分の「周辺部分」についての輝度にも基づくルールを用いて当該所定部分のシェーディング補正情報を求めればよい。

10

【0110】

これによれば、相違部分のシェーディング補正情報を求める際に、輝度算出の対象となるブロックサイズを実質的に変更（より詳細には拡大）することによって、部分的な相違の影響を緩和することができる。したがって、各ブロックサイズごとの対応関係のみに基づいてシェーディング補正係数を求める場合よりも、シェーディング補正係数による補正精度を向上させることができる。

20

【0111】

< A 4. 第 1 実施形態に対する変形例 >

上記においては、画像 P B 1 を撮影する際には、絞りを、通常の撮影に使用可能な最小絞りに設定する場合を例示したが、これに限定されない。具体的には、通常の撮影に使用可能な最小絞り開口よりもさらに絞った絞り開口で画像を撮影するようにしてもよい。たとえば、画像劣化のため通常の撮影では用いない小さな開口（F ナンバーで表現すれば比較的大きな値）、たとえば、F ナンバーが 3.2 程度（ $F = 3.2$ ）の絞りをを用いて撮像した画像を、画像 P B 1 として利用することも可能である。

30

【0112】

一般に絞り開口が一定程度よりも小さくなると、回折による解像性能低下が生じることもあるが、上記実施形態においては、画像 P A, P B の輝度値が比較できる程度であればよいのであって、回折による解像性能低下の影響は非常に少ない。特に、非常に小さな絞り開口を用いることにより、周辺光量落ちの影響をさらに排除できるので、好都合である。

【0113】

また、絞りを絞ることによる露光量の不足は、たとえば、C C D 3 0 3 におけるシャッタースピードを低速にする、言い換えれば、C C D 3 0 3 における露光時間を長くすることによって解消することができる。具体的には、ステップ S P 1 0 5 において、シャッタースピードに関する撮影条件をもさらに変更すればよい。これによれば、A / D 変換後の画素値が実際に存在するレンジを拡大させ、画像 P B 内の複数の画素の画素値を、より多数の段階値とすることができるので、より高精度のシェーディング補正が可能になる。また、ノイズ成分を減少させることもできるので、さらに高精度のシェーディング補正が可能である。なお、露光時間を長くすると、画像にぶれが生じることが考えられるが、両画像 P A, P B の対応部分の輝度の比が求められれば十分であるので、両画像 P A, P B の位置合わせが可能な程度で有れば画像のぶれも許容される。

40

【0114】

さらに、上記のような画像 P B における露光量不足を補うためには、次のような対策を講じることが可能である。

50

【0115】

たとえば、アナログ信号処理回路121によるゲインコントロールでの信号レベルの調整用ゲインを増大させることによって露光量不足を補うことが可能である。具体的には、各画素のゲインをより通常設定値よりも大きな値（たとえば4倍の値）とすればよい。具体的には、ステップSP106の撮像時においてゲインを増大させた上で、参照画像PBを取得するようにすればよい。これによれば、A/D変換後の画素値が実際に存在するレンジを拡大させ、画像PB内の複数の画素の画素値を、より多数の段階値とすることができるので、より高精度のシェーディング補正が可能になる。

【0116】

あるいは、参照画像PBに関して、各画素の画像信号をその画素の周辺画素の画像信号を加算した値として、各画素の画像データを増大させるようにしてもよい。たとえば、画像メモリ126に一旦格納された画像PB内の各画素の値を、各画素の周辺4画素（あるいは周辺9画素）の値を加算した値に変換するような画像フィルタ処理を施すようにすればよい。あるいは、CCD303から出力されたアナログ信号の段階でアナログ信号処理回路121によって、各画素の画像信号に対してその画素の周辺の画素の信号を加算するようにしてもよい。これによれば、画像PB内の複数の画素の画素値を、より多数の段階値とすることができるので、より高精度のシェーディング補正が可能になる。

【0117】

さらに、上記においては、焦点距離が所定値よりも大きい場合に、焦点距離を80%に減じて画像PBを撮影して、方式H1のシェーディング補正を行う技術を例示したが、これに限定されない。具体的には、画像PAにシェーディングが存在するにもかかわらず、画像PAの撮像時の焦点距離の80%に減じることができない場合には、参照画像PBの撮影のための「専用焦点距離」に変更するようにしても良い。

【0118】

ここで、参照画像PBの撮影のための「専用焦点距離」について説明する。通常、ズームレンズは、レンズ群の相対移動により倍率を変更するが、機構的な制約などのため、結像位置を変更せずに済む焦点距離の範囲は限定されることになる。したがって、通常の撮影（具体的には、観賞用画像の撮影）に用いられる焦点距離の範囲は限定されることになる。言い換えれば、操作者が設定可能な焦点距離は、ワイド端からテレ端までの所定の範囲に限定される。この範囲は、例えば或るズームレンズでは、28mm～200mmの範囲となる。図13は、2群ズームレンズにおいて、各焦点距離を実現するための2つのレンズ群300、301の動きを示す図である。

【0119】

図13に示すように、2つのレンズ群を相互に独立して移動させることによって、ズームにおける変倍率をテレ端Teからワイド端Weに向けて変化させつつ、同一の位置（具体的には、CCD303表面の結像面）に被写体像を結像させることが可能である。

【0120】

また、この図13に示すように、テレ端（Te）側からワイド側に移動した後、さらにワイド端（We）を越えて2つのレンズ群300、301を移動させる場合には、一方のレンズ群（図では300）は引き続き移動することが可能であるが、他方のレンズ群（図では301）は機構的制約のため移動することができなくなる。このとき、ズームの状態としては、ワイド端よりもさらに広角側（ワイド側）に変化させることが可能であるものの、焦点の外れた状態となる。ただし、両画像PA、PBの対応部分の輝度の比が求められれば十分であるので、両画像PA、PBの位置合わせが可能な程度で有れば画像のぼけも許容される。

【0121】

なお、この「専用焦点距離」は例えば沈胴式レンズ鏡胴を有するカメラにおける沈胴領域を利用することが可能である。

【0122】

また、各レンズ群300、301をワイド側に移動させることによって、画像PBにおい

10

20

30

40

50

て収差補正不足による解像性能低下が生じることもあり得るが、画像 P A, P B の輝度値が比較できる程度であればよいのであって、収差補正不足による解像性能低下の影響は非常に少ない。むしろ、ワイド側に移動させることによって、周辺光量落ちの影響を排除できるので、好都合である。

【0123】

このように、シェーディング補正のための画像 P B としては、上記のようにワイド端よりもさらにワイド側で撮影された画像をも採用することが可能である。言い換えれば、このようなワイド端よりもさらに短い焦点距離（上記の例では、28 mm よりも小さな焦点距離（たとえば 24 mm））を、参照画像 P B の撮影専用の焦点距離として用いることが可能である。これにより、例えばワイド端（焦点距離 = 28 mm）での撮像時など焦点距離が所定値（たとえば、 $28 / 0.8 = 35 \text{ mm}$ ）よりも小さな場合においても、上記の専用焦点距離を用いれば、より広角の画像 P B を撮影できる。したがって、上記の (i i) の場合と同様の動作によってシェーディングを補正することが可能になる。

10

【0124】

さらに、図 14 の概略側面図に示すように、デジタルカメラ 1 に対して着脱自在のコンバージョンレンズ（付加光学系）306 を装着して撮影する場合にも同様の動作を行うことが可能である。なお、図 14 は、コンバージョンレンズ（具体的には、テレコンバージョンレンズ）の非装着時 (a) と装着時 (b) とを示す概略図である。

【0125】

具体的には、コンバージョンレンズ 306 として、倍率を向上させるテレコンバージョンレンズを装着する場合には、上記の (i i) の場合と同様の動作が可能である。たとえば、焦点距離を 80 % に減じて画像 P B を撮影すればよい。

20

【0126】

あるいは、コンバージョンレンズ 306 として、より広角画像を撮影するためのワイドコンバージョンレンズを装着する場合には、上記の変形例と同様の動作が可能である。たとえば、上述の画像 P B 撮影専用の焦点距離（たとえば 24 mm）で、画像 P B を撮影すればよい。

【0127】

また、各コンバージョンレンズが装着されたか否かは、所定のメニュー画面を用いて撮影者がデジタルカメラ 1 に対して入力する入力情報に応じて認識するようにしてもよい。あるいは、電氣的接点を有するコンバージョンレンズが装着される場合には、コンバージョンレンズ 306 側の電氣的接点およびデジタルカメラ 1 の本体側の電氣的接点を介してデジタルカメラ 1 の全体制御部 150 に入力される装着信号に基づいて、当該コンバージョンレンズの装着を認識するようにしてもよい。

30

【0128】

デジタルカメラ 1 には、様々なコンバージョンレンズが装着される可能性があるが、以上のような動作によれば、デジタルカメラ 1 に装着されたコンバージョンレンズに応じてシェーディングを補正することができる。

【0129】

< B. 第 2 実施形態 >

40

< B1. 概要および原理 >

この第 2 実施形態においては、上述の (2) 照明光源（フラッシュ光など）による被写体照度が不均一になるシェーディング P 2 を補正する技術について説明する。このシェーディング P 2 は、画像内の被写体ごとの被写体距離の相違に基づく被写体照度の過不足に起因して発生するものである。また、以下に説明する補正方式を、便宜上、方式 H 2 のシェーディング補正と称するものとする。なお、第 2 実施形態に係るデジタルカメラは、第 1 実施形態のデジタルカメラと同様の構成を備えており、以下では、相違点を中心に説明する。

【0130】

図 15 (a) (b) は、シェーディング P 2 およびその補正について説明する図である。

50

図 1 5 (a) (b) は、いずれも同じ被写体をフラッシュ発光の有無を変更して撮影した画像 P A (P A 3), P B (P B 3) を示す図である。両画像 P A 3, P B 3 は、同一の被写体に関する画像であり、いずれの画像 P A, P B においても、最も近い位置に存在する人物 H M とその背後にある樹木 T R とが被写体として撮影されている。また、図 1 5 (a) には、フラッシュ発光を伴って撮影される画像 P A 3 が示されており、図 1 5 (a) には、フラッシュ発光を伴わずに撮影される画像 P B 3 が示されている。両画像 P A 3, P B 3 は、照明系の撮影条件 (より詳細にはフラッシュ発光の有無) が相違しているため、シェーディングの状態が互いに異なっている。

【0131】

ところで、フラッシュ光は、デジタルカメラ 1 から被写体までの距離 (すなわち被写体距離) に応じて、その被写体に対する照明効果が相違する。より具体的には、フラッシュ発光による照明効果は、距離の 2 乗に反比例する。たとえば、図 1 5 (a) (b) において、デジタルカメラ 1 から人物 H M までの距離を 1 とし、デジタルカメラ 1 から樹木 T R までの距離を 3 とする場合において、フラッシュ発光による人物 H M に対する照明効果を 1 とすると、フラッシュ発光による樹木 T R に対する照明効果は $1/9$ となる。したがって、画像 P A 3 においては、大きな被写体距離を有する樹木 T R が、見た目よりも暗く写ってしまうことになる。このように、画像 P A 3 においては、画像内の被写体ごとの被写体距離の相違に基づく被写体照度の過不足に起因する、シェーディング P 2 が発生する。

【0132】

これに対して、被写体までの相対距離の 2 乗の値をフラッシュ発光による輝度増加分に乗じることによって、シェーディング P 2 を補正することができる。たとえば、上記の例の場合には、樹木の輝度のフラッシュ発光による増加分を 9 倍にすれば、距離の相違に起因する照明効果の相違を補正することができる。

【0133】

ただし、遠い被写体に対してこのような輝度補正を施しすぎると、ノイズ成分が増幅されて画質が劣化してしまうことがある。このような事態を回避するため、補正係数には上限値を設けることが好ましい。言い換えれば、上記のようにして算出された補正係数が所定の上限値 (たとえば、4 程度) よりも大きくなる場合には、補正係数を所定の上限値に変更することが好ましい。

【0134】

< B 2. 動作 >

つぎに、図 1 6 および図 1 7 を参照しながら、第 2 実施形態における詳細動作について説明する。図 1 6 は、この撮像動作の一例を示すフローチャートであり、図 1 7 は、その一部動作 (ステップ S P 2 0 9) をさらに詳細に示すフローチャートである。

【0135】

なお、以下の動作においては、参照画像 P B が目的画像 P A よりも先に撮影される。これは、上記の方式 H 2 のシェーディング補正を常に行うことを前提としていることによる。また、この第 2 実施形態においては、デジタルカメラ 1 による撮影におけるライブビュー画像 (撮影前の被写体のフレーミング決定用の動画像) を参照画像 P B として利用する。より詳細には、ライブビュー用に所定周期 (例えば $1/30$ 秒) で連続的に取得される複数の画像のうち、シャッターボタン 9 が全押し状態 S 2 になる直前に取得された画像を、画像 P B (P B 3) として取得する。これによって、シャッターボタン 9 の押下タイミングと目的画像 P A の取得タイミングとのずれを回避することができる。

【0136】

まず、図 1 6 に示すように、ステップ S P 2 0 1 ~ S P 2 0 3 において、参照画像 P B 3 を取得する。上述したように、撮影待機状態においては、絞りおよびズーム等の撮影条件が設定され (ステップ S P 2 0 1)、ライブビュー用の画像が C C D 3 0 3 により $1/30$ (秒) 毎に撮影され (ステップ S P 2 0 2)、画像メモリ 1 2 6 に一時記憶される (ステップ S P 2 0 3)。この動作は、ステップ S P 2 0 4 において、シャッターボタン 9 が全押し状態 S 2 にされたと判定されるまで繰り返し行われる。そして、シャッターボタン 9 が

10

20

30

40

50

全押し状態 S 2 にされる直前に取得されたライブビュー用画像が、最終的な参照画像 P B 3 として取得されることになる。

【0137】

そして、シャッターボタン 9 が全押し状態 S 2 にまで押し込まれると、被写体に関する目的画像 P A (P A 3) が取得され (ステップ S P 2 0 5) 、画像 P A が画像メモリ 1 2 6 に記憶される (ステップ S P 2 0 6) 。

【0138】

その後、ステップ S P 2 0 7 において、両画像 P A , P B の位置合わせが行われる。この位置合わせには、パターンマッチング等の各種の技術を用いることが可能である。これによって、両画像 P A , P B の相互間において、被写体の同一部分の対応付けが行われる。また、両画像 P A , P B の画素サイズが異なる場合においても、この位置合わせによって、画像 P A 内の各画素に対して画像 P B 内のいずれかの画素が対応付けられる。

10

【0139】

ステップ S P 2 0 8 においては、位置合わせの結果に応じて分岐処理が行われる。位置合わせに失敗した場合には、上記の方式 H 2 のシェーディング補正を行わずに、ステップ S P 2 1 1 に進む。一方、この位置合わせが成功したときには、ステップ S P 2 0 9 に進み、方式 H 2 のシェーディング補正を実施する。

【0140】

ステップ S P 2 0 9 においては、上述したように、2 つの画像 P A , P B を利用して、補正テーブルを作成する。具体的には、次のようにして、画素単位の補正係数 h_3 を求める。なお、補正係数 h_3 は、1 画素単位ではなく、所定サイズのブロック単位で求められてもよい。

20

【0141】

以下、このステップ S P 2 0 9 について図 1 7 を参照しながら説明する。

【0142】

まず、画素単位で 2 つの画像 P A , P B の輝度差が算出され (ステップ S P 3 0 1) 、この輝度差に基づいて各画素位置における被写体の相対距離が求められる (ステップ S P 3 0 2) 。

【0143】

まず、各被写体の距離の相違、言い換えれば各被写体の相対距離は、2 枚の画像 P A 3 , P B 3 に基づいて算出することができる。以下では、この相対距離の算出処理について説明する。ここでは、図 1 5 (a) (b) にも示すように、画像 P B 3 における人物部分の輝度 Z_2 が 4 0 、樹木部分の輝度 Z_4 が 3 0 であるとし、画像 P A 3 における人物部分の輝度 Z_1 が 1 0 0 、樹木部分の輝度 Z_3 が 3 5 である場合を想定する。また、画像 P A 3 の人物部分が適正露光になっていると仮定し、この人物の被写体距離を基準距離とするものとする。なお、これに限定されず、複数の被写体のうちオートフォーカス時に主被写体として決定されたものを基準にして、基準距離を決定してもよい。

30

【0144】

次のような手順により、樹木部分の相対距離を求める。まず、樹木部分に関して画像 P A 3 と画像 P B 3 とで画素値の差分 ($Z_3 - Z_4 = 35 - 30$) を算出し、画像 P B 3 の画素値に対する差分値の比 ($= (Z_3 - Z_4) / Z_4 = (35 - 30) / 30 = 1 / 6$) を求める。これは、フラッシュ発光による樹木部分の増加比率に相当する。同様に、基準となる人物部分に対しても、画像 P B 3 の画素値に対する差分値の比 ($= (Z_1 - Z_2) / Z_2 = (100 - 40) / 40 = 3 / 2$) を求める。これは、フラッシュ発光による人物部分の増加比率に相当する。

40

【0145】

したがって、樹木部分におけるフラッシュの照明効果は、人物部分を基準に正規化すると、 $(Z_3 - Z_4) / Z_4 \times (Z_2 / (Z_1 - Z_2)) = (1 / 6) \times (2 / 3) = 1 / 9$ となる。したがって、人物部分の被写体距離を基準距離としたときの樹木部分の相対距離は、 $1 / 9$ の逆数の平方根、すなわち 3 となる。このようにして、各画素について、その

50

画素に対応する被写体の相対距離を算出することができる。

【0146】

その後、ノイズあるいは被写体の移動による値のばらつきを低減するため所定のフィルタ処理を施す（ステップSP303）。なお、フィルタ処理は、画像処理回路124内の所定のフィルタ回路を用いて行えばよい。

【0147】

そして、ステップSP304において、上記の相対距離を自乗（2乗）した値が補正係数 h_3 として取得される。また、ステップSP305においては、補正係数に対して上限値の制限を加える。具体的には、ステップSP304で算出された補正係数が所定の上限値（たとえば、4程度）よりも大きくなる場合には、補正係数を所定の上限値に変更する。

10

【0148】

以上のようにして補正係数 h_3 を求めることができる。このような補正係数 h_3 は画素毎に求められ、補正テーブルに格納される。この補正テーブルは、各画素について、基準距離に対する各画素位置の被写体距離の比（すなわち相対距離）の2乗の値が画素毎に格納されたテーブルとなっている。なお、上記においては、被写体距離は、基準距離を用いて正規化した値として求められているが、これに限定されず、たとえば、オートフォーカス時に求められた主被写体の測距値等に基づいて、正規化されることなく実距離を表す値として求められてもよい。

【0149】

そして、ステップSP210（図16）においては、補正係数 h_3 が格納された補正テーブルに基づいて、画像PAに対してシェーディング補正を行う。すなわち、各画素の画素値を、フラッシュ発光による増加分（変化分）を補正係数 h_3 で増幅した値に変更する。具体的には、次の数3を用いて変更する。

20

【0150】

【数3】

$$\begin{aligned} Z_c &= Z_a - (Z_a - Z_b) + h_3 (Z_a - Z_b) \\ &= Z_a + (h_3 - 1) (Z_a - Z_b) \end{aligned}$$

30

【0151】

ただし、 Z_a は目的画像PAの各画素の画素値であり、 Z_b は参照画像PB内の対応画素の画素値である。また、 Z_c は変更後の画素値である。

【0152】

これにより、補正係数 h_3 が1よりも大きいときには新たな画素値 Z_c は元の画素値 Z_a よりも大きな値になり、照度の不足分が補正される。また、補正係数 h_3 が1よりも小さいときには新たな画素値 Z_c は元の画素値 Z_a よりも小さな値になり、照度の過剰分が補正される。なお、補正係数 h_3 が1のときには元の画素値 Z_a が新たな画素値 Z_c となる。このような補正演算処理は、全体制御部150の制御下において、シェーディング補正回路123によって行われる。

40

【0153】

その後、ステップSP211において、シェーディング補正後の画像PAに対して、さらに所定の画像処理（たとえば、WB処理、画素補間処理、色補正処理、および γ 補正処理等）を行った後、画像処理後の画像PAを画像メモリ126を一旦記憶する。さらに、その後、画像メモリ126に記憶された画像PAを、メモリカード8に転送してメモリカード8に記憶する（ステップSP212）。

【0154】

以上のようにして、シェーディング補正を伴う画像PAの撮影動作が行われる。

【0155】

50

この第2実施形態によれば、上述したように、シェーディングの状態が互いに異なる2枚の画像P A, P Bを利用することによって、最終的に取得された画像P Aにおけるシェーディングの影響を軽減することが可能になる。このとき、従来技術のように、白キャップを手動で着脱させるという動作を伴う必要がないので、簡易な操作でシェーディング補正を行うことが可能である。

【0156】

なお、上記第2実施形態においては、フラッシュ発光の有無を変更して2枚の画像を撮影し、フラッシュ発光を伴う画像についてシェーディング補正を施す場合について説明したが、これに限定されない。たとえば、フラッシュ以外の照明光源（ビデオライトなど）の発光の有無を変更するようにしてもよい。また、ビデオライト等の照明光源は完全に発光しない状態だけでなく、実質的に被写体を照明しない程度の微弱光を発するような状態も、その照明光源による発光が無い状態であるとみなすことができ、これを参照画像取得に使用することができる。

10

【0157】

また、上記第2実施形態においては、ライブビュー用画像を参照画像P Bとして取得している。自動露出（A E）制御における各種パラメータ、およびホワイトバランス制御における各種パラメータは、ライブビュー用画像としての参照画像P Bを用いて取得することができる。したがって、A E制御あるいはWB制御における各種パラメータも、上記のシェーディング補正におけるパラメータも、同一の参照画像P Bに基づいて取得することが可能である。すなわち、取得すべき撮影画像の枚数を最小限に止めることができる。

20

【0158】

< C. その他 >

上記各実施形態においては、各ブロック内の画素データを、そのブロックに対応する補正データのみを用いて補正する場合を例示したが、これに限定されない。たとえば、ブロック単位の補正データを各ブロックの基準値として設定しておき、対象画素の属するブロックB 0および周辺ブロックB 1の各基準値を、隣接ブロックB 0, B 1の中心位置と当該対象画素の位置との関係に基づいて重み付け演算し、画素毎の補正係数を算出するようにしてもよい。これにより、補正テーブルのデータサイズを抑制しつつ、より多段階のシェーディング補正を行うことが可能になる。

30

【0159】

また、上記各実施形態においては、シェーディング補正係数を用いてシェーディング補正を行う場合を例示したが、これに限定されず、その他のシェーディング補正情報を用いてシェーディング補正を行うようにしてもよい。たとえば、各画素毎のシェーディング補正係数を各画素の画素値に乘じるのではなく、各画素の位置を変数とする所定の計算式に応じてシェーディング補正を行うようにしてもよい。この場合には、当該計算式における各係数パラメータの値を、上記の2枚の画像P A, P Bの比較により求めておけばよい。

【0160】

上記各実施形態においては、A/D変換後、シェーディング補正を行った後に他のデジタル画像信号処理（たとえば、WB処理、画素補間処理、色補正処理、および γ 補正処理等）を行うようにしているが、これに限定されない。たとえば、これらの複数のデジタル信号処理のうち幾つかのデジタル信号処理を行った後にシェーディング補正を行い、さらにその後、残余のデジタル信号処理を行うようにしてもよい。

40

【0161】

なお、上述した具体的実施形態には以下の構成を有する発明が含まれている。

【0162】

（1）請求項2に記載のデジタルカメラにおいて、

前記第2画像の撮像時には前記撮像素子におけるシャッタースピードを前記第1画像の撮像時よりも低速にする手段、

をさらに備えることを特徴とするデジタルカメラ。これによれば、第2画像の撮像時にあって、撮像素子におけるシャッタースピードが低速にされるので、絞りを絞ることによる露

50

光量の低下を改善することができる。

【0163】

(2) 請求項2に記載のデジタルカメラにおいて、
前記第2画像の撮像時には前記撮像素子からの信号に対するレベル調整用ゲインを前記第1画像の撮像時よりも大きくする手段、
をさらに備えることを特徴とするデジタルカメラ。これによれば、第2画像の撮像時において、撮像素子からの信号に対するレベル調整用ゲインが第1画像の撮像時よりも大きくされるので、絞りを絞ることによる露光量の低下を改善することができる。

【0164】

(3) 請求項2に記載のデジタルカメラにおいて、
前記第2画像の撮像時において、前記撮像素子における所定画素の信号に対して当該所定画素の周辺の画素の信号を加算する手段、をさらに備えることを特徴とするデジタルカメラ。これによれば、第2画像の撮像時において、撮像素子における所定画素の信号に対して当該所定画素の周辺の画素の信号が加算されるので、絞りを絞ることによる露光量の低下を改善することができる。

10

【0165】

(4) 請求項3に記載のデジタルカメラにおいて、
前記撮像光学系は、前記デジタルカメラに対して着脱自在のコンバージョンレンズを含むことを特徴とするデジタルカメラ。これによれば、デジタルカメラに装着されたコンバージョンレンズに応じたシェーディング補正を簡易に行うことができる。

20

【0166】

(5) 請求項3に記載のデジタルカメラにおいて、
前記第2画像は、操作者が設定可能な焦点距離よりもさらに短い焦点距離で撮像されることを特徴とするデジタルカメラ。これによれば、比較的広角側で撮像された画像に対しても、シェーディング補正を簡易に施すことができる。

【0167】

(6) 請求項4に記載のデジタルカメラにおいて、
前記第2のルールは、前記周辺部分についての前記2枚の画像における対応領域の輝度に基づいて当該所定部分のシェーディング補正情報を求めるルールであることを特徴とするデジタルカメラ。これによれば、所定部分の輝度のみに基づいてシェーディング補正係数を求める場合よりも、部分的な相違の影響を緩和することができるので、シェーディング補正係数による補正精度を向上させることができる。

30

【0168】

(7) 請求項5に記載のデジタルカメラにおいて、
前記補正情報算出手段は、前記2枚の画像における各対応領域の輝度差に基づいて、シェーディング補正情報を求めることを特徴とするデジタルカメラ。

【0169】

(8) 前記(7)に記載のデジタルカメラにおいて、
前記補正情報算出手段は、前記2枚の画像における各対応領域の輝度差に基づいて、前記各対応領域における被写体距離を算出し、シェーディング補正情報を求めることを特徴とするデジタルカメラ。

40

【0170】

(9) 前記(8)に記載のデジタルカメラにおいて、
前記補正情報算出手段は、前記各対応領域における被写体距離の2乗に比例した値を、前記各対応領域におけるシェーディング補正係数として求めることを特徴とするデジタルカメラ。

【0171】

(10) 前記(9)に記載のデジタルカメラにおいて、
前記シェーディング補正係数に、上限値を設けることを特徴とするデジタルカメラ。これによれば、補正係数が大きくなりすぎないように抑制することができるので、ノイズの影

50

響を抑制できる。

【0172】

【発明の効果】

以上のように、請求項1ないし請求項5に記載の発明によれば、シェーディング補正を簡易に行うことができる。

【0173】

特に、請求項2および請求項3に記載の発明によれば、周辺光量落ちに起因するシェーディングを簡易に補正することができる。

【0174】

また、請求項4に記載の発明によれば、2枚の画像における所定部分の対応領域の輝度比とその周辺の対応領域の輝度比との相違の程度に応じてルールを変更することによって、より適切なシェーディング補正情報を得ることができる。

【0175】

さらに、請求項5に記載の発明によれば、被写体距離の相違等によりフラッシュ発光時において被写体照度が不均一になるシェーディングを簡易に補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 デジタルカメラの外観の概略構成を示す平面図である。

【図2】 デジタルカメラの断面図である。

【図3】 デジタルカメラの背面図である。

【図4】 デジタルカメラの内部構成を示す概略ブロック図である。

【図5】 絞りの変更を用いたシェーディング補正を説明する図である。

【図6】 シェーディングの影響によるデータレベルの低下状況を示す図である。

【図7】 正規化後のデータレベルの低下状況を示す図である。

【図8】 焦点距離の変更を用いたシェーディング補正を説明する図である。

【図9】 シェーディングの影響によるデータレベルの低下状況を示す図である。

【図10】 第1実施形態における撮像動作を示すフローチャートである。

【図11】 補正テーブルの一例を示す概念図である。

【図12】 2枚の撮影画像を示す図である。

【図13】 焦点距離の変更に伴う2つのレンズ群の動きを示す図である。

【図14】 コンバージョンレンズの非装着状態および装着状態を示す図である。

【図15】 フラッシュ発光の有無の変更を用いたシェーディング補正を説明する図である。

。

【図16】 第2実施形態における撮像動作を示すフローチャートである。

【図17】 図16の一部の処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 デジタルカメラ

3 撮影レンズ

5 フラッシュ

9 シャッターボタン

300, 301 レンズ群

302 絞り

303 撮像素子(CCD)

306 コンバージョンレンズ

PA, PA1, PA3 目的画像

PB, PB1, PB2, PB3 参照画像

TBL 補正テーブル

Te テレ端

We ワイド端

h1, h2, h3 シェーディング補正係数

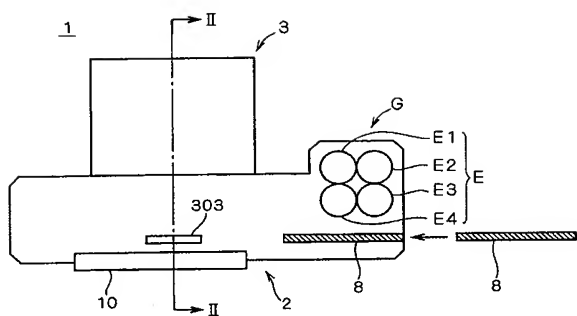
10

20

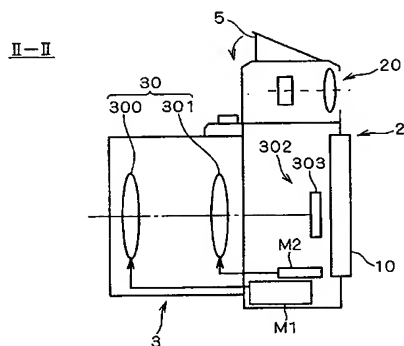
30

40

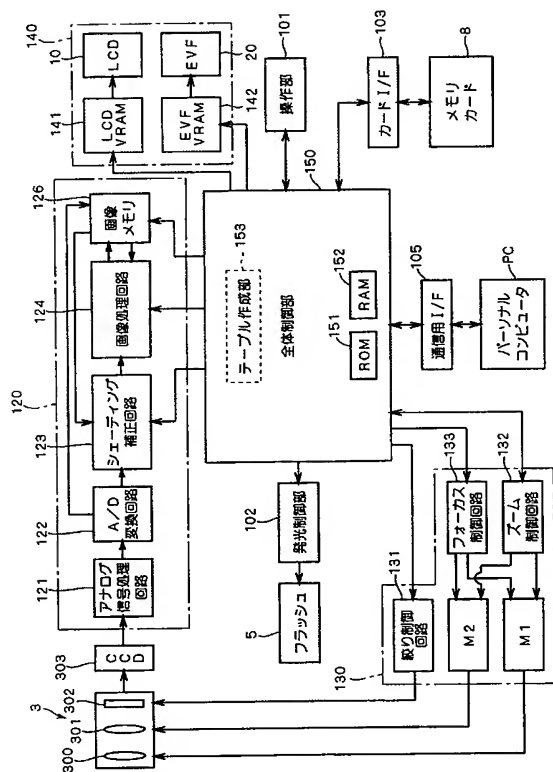
【图 1】



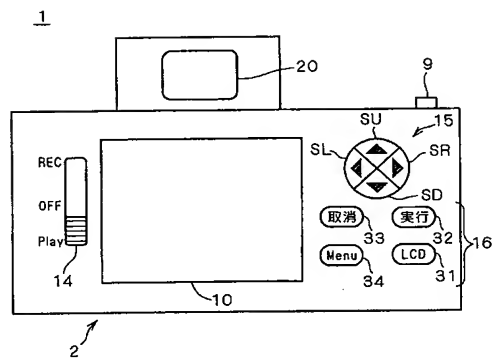
【図 2】



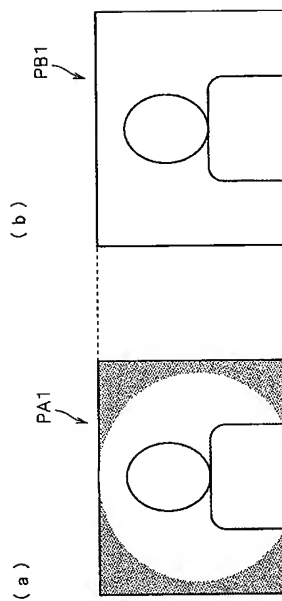
【图 4】



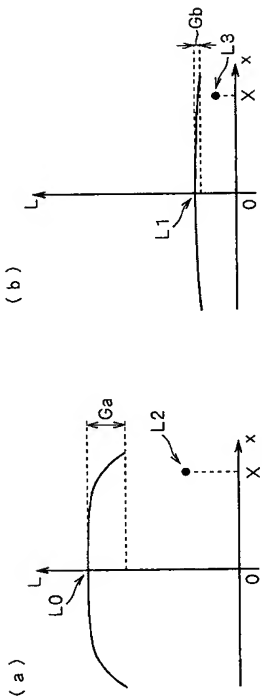
【圖 3】



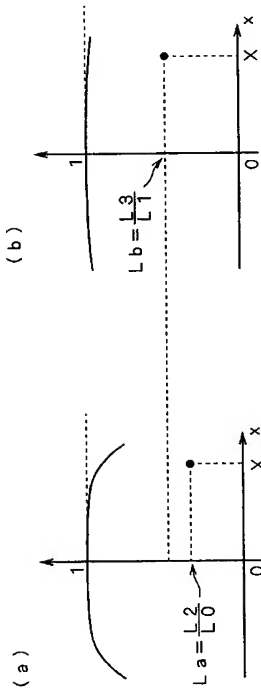
【図 5】



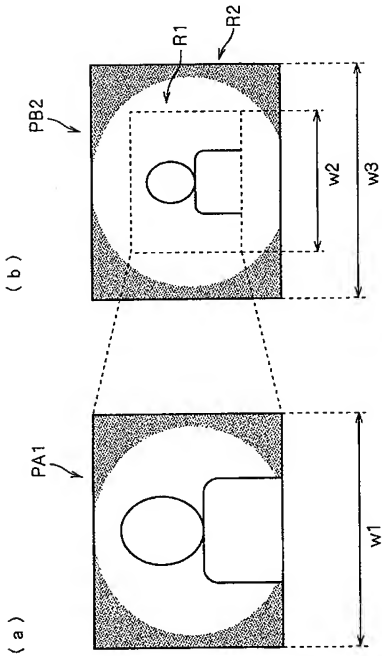
【図 6】



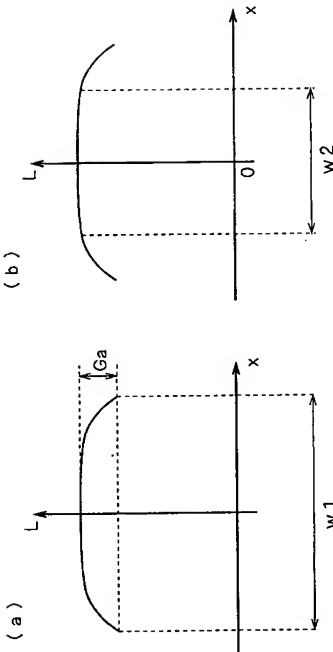
【図 7】



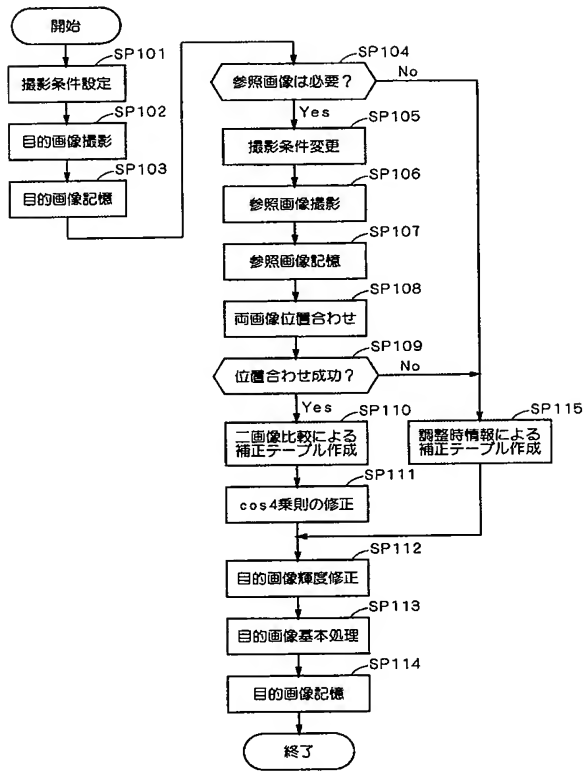
【図 8】



【図 9】



【図 10】

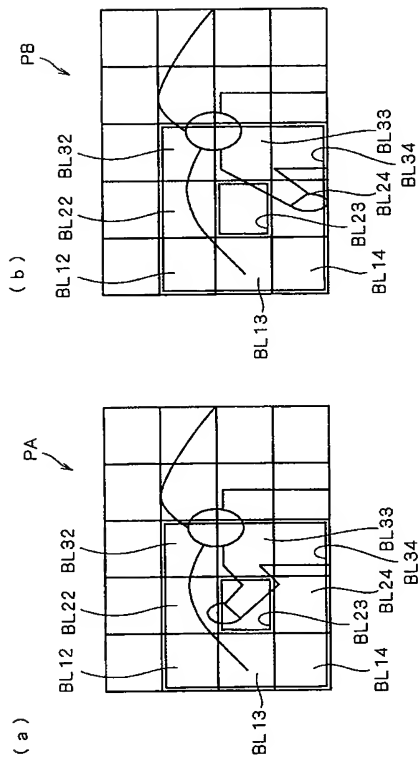


【図 11】

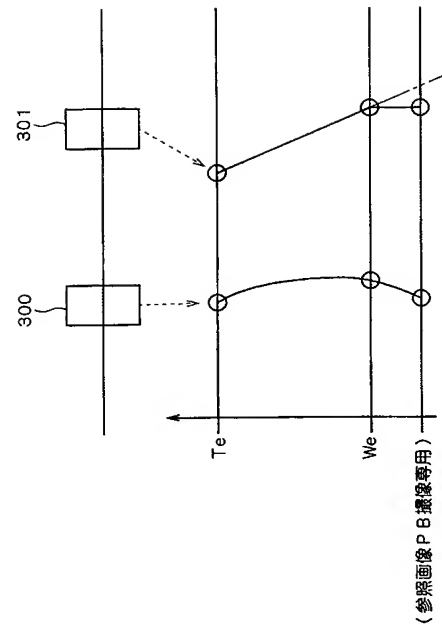
TBL

1.5	1.5	1.5	1.5	..	1.5
1.5	1.5	1.4	1.4	..	1.5
1.5	1.4	1.4	1.3	..	1.5
1.5	1.4	1.3	1.3	..	1.5
.
1.5	1.5	1.5	1.5	..	1.5

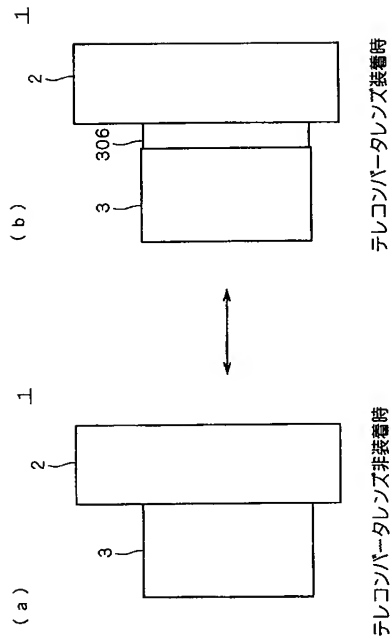
【図 12】



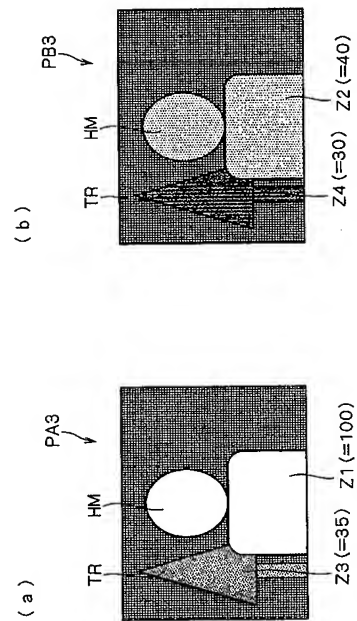
【図 13】



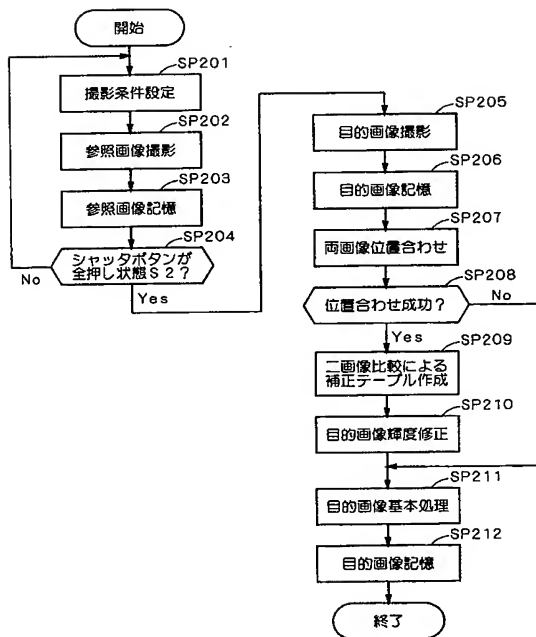
【図 14】



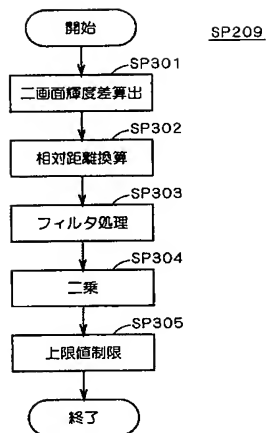
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5C077 LL02 LL19 MM03 MM25 MP08 PP03 PP06 PP15 PP20 PP32
PP34 PP37 PP49 PQ08 PQ12 PQ18 PQ20 PQ23 RR01 RR21
SS03 SS06 TT09